



[B] (11) KUULUTUSJULKAISU  
UTLÄGGNINGSSKRIFT 59188

C (45) Patentti myönnetty 10.06.1981  
Patent meddelat

(51) Kv.lk.<sup>3</sup>/Int.Cl.<sup>3</sup> H 03 H 7/01

SUOMI—FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus  
Patent- och registerstyrelsen

|                                                                                                |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| (21) Patentihakemus — Patentansöknings                                                         | 2576/70  |
| (22) Hakemispäivä — Ansökningsdag                                                              | 21.09.70 |
| (23) Alkuperäpäivä — Giltighetsdag                                                             | 21.09.70 |
| (41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig                                                      | 23.03.71 |
| (44) Nähtäväksi panon ja kuul. julkaisun pvm. —<br>Ansökan utlagd och utl. skriften publicerad | 27.02.81 |
| (32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet                                             | 22.09.69 |

Saksan Liittotasavalta—Föbundsrepubliken  
Tyskland(DE) P 1947889.8

- (71) Siemens Aktiengesellschaft, Berlin/München, DE; Wittelsbacherplatz 2, 8000 München 2, Saksan Liittotasavalta—Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (72) Werner Poschenrieder, München, Erwin Bücherl, München, Saksan Liittotasavalta—Föbundsrepubliken Tyskland(DE)
- (74) Berggren Oy Ab
- (54) Suodatinverkko, joka on muodostettu päästösuolettimesta - Filternät utbildat såsom ett allpassfilter

Keksintö kohdistuu suodatinverkkoon, joka on muodostettu päästösuolettimeksi ja joka koostuu kahdesta samanlaisesta jakosuodattimesta, joiden osasuodattimet omaavat parilliset, toistensa suhteen käänteiset, astetta  $2n$  ( $n=1,2,3,\dots$ ) olevat karakteristiset funktiot ja ovat peilikuvannollisesti kytketyt sarjaan toistensa kanssa.

Viestinsiirtotekniikassa, erikoisesti leveäkaistaisia kantoaaltojärjestelmiä rakennettaessa, kuten esim. video-järjestelmissä, esiintyy usein probleema siirtää suhteellisen leveitä taajuuskaistoja. Kuten tunnettua on kuitenkin käytetyillä kytkennöillä, kuten esim. aktiivisilla nelinavoilla, muuntajilla ja muilla passiivisilla nelinavoilla toteuttamistavasta johtuen rajoitetut kaistaleveydet, niin että siirrettäessä näin leveitä taajuuskaistoja voi esiintyä luvattoman suuria poikkeuksia asetteluolosuhteista, kuten esim. luvattomia vaimennusvääristyksiä. Tällaisten vaikeuksien välttämiseksi nelinapojä toteutettaessa olisi ajateltavissa jakaa leveä siirtotaajuuskaista kahteen tai useampaan osataajuuskaistaan ja siirtää nämä osataajuuskaistat eri teitä, mikäli onnistuttaisiin liittämään yhteen erillisesti siirrettyt taajuuskaistat oikeavaiheisesti ja -amplitudisesti. Tällä

tavalla olisi nimittäin saavutettavissa siirtonelinavan, kuten esim. leveäkaistaisissa muuntajissa tai vahvistimissa huomattava vaatimusten supistus. Esimerkiksi saksalaisen kuulutusjulkaisun 1 142 424 samoin kuin julkaisun "Bell System Technical Journal", Vol. 48 (1969) no 4, ss. 1036-1037, perusteella tunnetaan myös päästösuolettimia, joiden estohaaroihin on kytketty puhtaasti ohmisista vastuksista koostuva vaimennuspiiri. Näin ollen näillä ei voida lainkaan vaikuttaa signaalin vaiheeseen. Julkaisussa "De Ingenieur", vuosikerta 76, n:o 35, 28 elok. 1964 on sivuilla 121-126 esitetyssä kirjoituksessa, varsinkin sivuilla 122 ja 123 viitattu kytkentään rinnan kytketyillä muuntajilla. Tämä kytkentä lähtee ajatuksesta mitoittaa toinen muuntajista kokonais-taajuuskaistan alemmalle osalle ja toinen sen ylemmälle osalle. Muuntajat täydennetään tällöin rinnakkain kytketyillä alipäästö- ja ylipäästösuolettimilla. Kuten mainitussa julkaisussa on mainittu, ei tämä kytkentä siinä esitetyllä mitoituksella nähtävästi muodosta mitään ratkaisua probleemalle, koska suolettimien ylimenoalueella muuntajaparametrit ovat niin taso- ja taajuusriippuvia, ettei mitään vakaata suodatinta voida aikaansaada, joka ilmenee aaltoilevasta taajuuskäyrästä.

Keksinnön tarkoituksena on välttää yllämainitut vaikeudet ja aikaansaada suodatinverkon rakenne, joka kokonaismuodostelmana tekee mahdolliseksi sinänsä mielivaltaisen leveiden taajuuskaistojen jakamisen ja niiden aukottoman, vaiheen ja taajuuden suhteen virheettömän yhteenliittämisen.

Tämän saavuttamiseksi on keksinnön mukaiselle suodatinverkolle tunnusomaista se, mikä on esitetty oheisessa patenttivaatimuksessa.

Saksalaisesta patenttijulkaisusta 1 268 289 tunnetaan jo tasa-päästösuolettin, josta tässä keksinnössä lähdetään ja jonka perusrakenne lyhyesti selostetaan seuraavassa kuvioon 1 viitaten.

Päästösuolettin, jonka sisäänmenoliitännät ovat merkityt viitenumerolla 1 ja ulostuloliitännät viitenumerolla 10, muodostuu kahden samanlaisen tarkan jakosuolettimen ketjukytkennästä, joiden osasuolettimet on merkitty viitenumeroilla 11 ja 12, vast. 11' ja 12'. Erillisillä osasuolettimilla on parilliset  $2n$  ( $n=1,2,3,\dots$ )-asteiset karakteristiset funktiot, ja tällöin on kulloinkin sarjaan kytketyillä osasuolettimilla 11 ja 11' sama karakteristinen funktio  $f_1(p)$  ja osasuolettimilla 12 ja 12' samat

karakteristiset funktiot  $\varphi_2(p) = 1/\varphi_1(p)$ , jolloin  $p$  tunnettuun tapaan merkitsee kompleksista taajuusmuuttujaa. Kirjoitustavan yksinkertaistamiseksi merkitään karakteristisiä funktioita seuraavassa vain  $\varphi_1$  ja  $\varphi_2$ .

Kuten saksalaisessa patenttijulkaisussa 1 268 289 jo on esitetty, antaa kahden samanlaisen tarkan jakosuodattimen ketjukytkentä, joiden parilliset karakteristiset funktiot ovat  $\varphi_1$  ja  $\varphi_2 = 1/\varphi_1$  tarkan päästösuodattimen. Osasuodattimien karakteristiset funktiot  $\varphi_1 = h/f$  ja  $\varphi_2 = f/h$  kuuluvat siirtofunktioihin  $N_1 = e^{GN_1} = -g/f$  ja  $N_2 = e^{GN_2} = -g/h$ , jolloin osoittaja-polynomi  $g = G+U$  jossa on parillinen osa  $G$  ja pariton osa  $U$  on Hurwitz-polynomi. Hurwitz-polynomin  $g$  parillisen ja parittoman osan johdosta määräytyy primäärinen tyhjäkäyntivastus

$$Z_1 = \frac{G}{U} \quad (1)$$

ja primäärinen oikosulkuvastus

$$Z_k = \frac{U}{G} \quad (2)$$

jotka molemmat ovat käänteisiä toistensa suhteen. Bartlettin yhtälön mukaan saadaan tästä kuviossa 1 myöskin esitetylle ekvivalentille ristielimelle kuvion 1 mukaisen kytkennän siirtofunktio  $S(p)$

$$S(p) = \frac{G(p)+U(p)}{G(p)-U(p)} = \frac{g(p)}{g(-p)} = e^{jb(p)} \quad (3)$$

jossa amplitudi  $|S(p)| = 1$  ja vaihe  $b(p)$ .

Tämä antaa mahdollisuuden jakaa ja jälleen yhdistää taajuuskaistoja ja vieläpä siten, että häviöitä lukuunottamatta ei esiinny mitään vaimennusvääristyksiä, koska koko laite on ekvivalentti päästösuodattimen kanssa.

Voidaan osoittaa, että näillä tunnetuilla kytkennöillä on ominaisuus olla muuttamatta kahden samanlaisen, kulloinkin kahden osasuodattimen väliin kytketyn mielivaltaisen nelinavan siirto-ominaisuudet vaiheen muutosta lukuunottamatta. Tämä periaate pitää suurella tarkkuudella paikkansa myös silloin, kun yhteenkytketyillä nelinavoilla on erilaiset ominaisuudet laajoissa taajuusalueissa, kunhan vaan niiden siirtokaistat osasuodattimien leikkausalueella limittävät toisensa ja niillä siellä on samat ominaisuudet ja jos niissä taajuusalueissa, joissa väliin kytkettyjen nelinapojen VP1 ja VP2 (vertaa kuvio 2) siirto-ominaisuudet ovat erilaisia, kulloisillakin osasuodattimilla on vaa-

kitsee tämä, mikäli nelinavan VP1 ominaisuuksien tulee olla määrääviä, että nelinavan VP2 ominaisuuksien tulee vastaavan suurella suodattimien 12 ja 12' vaimennuksella olla tukahdutettu ja päin vastoin.

Voidaan siis kytkeä jaettuun taajuuskaistaan vahvistimia tai muuntajia tai muita passiivisia verkkoja, jotka vain ovat mitoitet-  
tuja osakaistoja ja mahdollisesti näiden leikkausalueita varten. Tämän kytkennän erikoisuus piilee siinä, että osataajuuskaistat ovat uudelleen yhteenliitettävissä oikea-amplitudisesti ja oikeavaiheisesti, koska koko laite vastaa tasapäästösuodattimen ja fiktiivisen vahvistimen, vast. jonkin muun nelinavan ketjukytkentää, jonka siirtokaista koostuu aukottomasti toisiinsa sovitettujen nelinapojen siirtokais-  
toista.

Keksinnön mukaisesti kytketään kuviota 2 vastaavasti kulloinkin kaksi samanlaista osasuodatinta muuntajaksi, reaktanssiverkoksi, korjaimeksi tai vahvistimeksi muodostetuksi nelinavaksi, ts. siis siten, että osasuodattimien 11 ja 11' välissä on nelinapa VP1 ja osasuodattimien 12 ja 12' välissä nelinapa VP2. Näiden nelinapojen mitoitus on tällöin valittu siten, että koko suodatinverkoston siirto-ominaisuudet, siis siirto-ominaisuudet sisäänmeno- ja ulostuloliitännöjen 1 ja 10 välissä, pitävät lisävaihetta b lukuunottamatta yhtä kulloisissakin osataajuusalueissa väliinkytkettyjen nelinapojen VP1 ja VP2 edeltäpäin määrättyjen siirto-ominaisuuksien kanssa.

Seuraavassa selostetaan kuvion 2 mukaisen kokonaiskytkennän teoreettiset yhteydet.

Molempien kuusinapojen 1, 2, 3 vast. 8, 9, 10 väliin sovitetaan erilaiset nelinavat VP1 ja VP2 (esim. tasapäästösuodattimet, vahvistimet, muuntajat) ja näiden muodostuneen nelinavan 1-10 ominaisuudet tutkitaan. Tällöin pätevät seuraavat edellytykset.

Nelinavat VP1 ja VP2 määräytyvät sirontamatriiseilla:

$$\left\| S_1 \right\| = \left\| \begin{array}{cc} r_4 & e^{-g_{1r}} \\ e^{-g_{1v}} & r_5 \end{array} \right\| \text{ ja } \left\| S_2 \right\| = \left\| \begin{array}{cc} r_6 & e^{-g_{2r}} \\ e^{-g_{2v}} & r_7 \end{array} \right\| \quad (4,5)$$

jolloin  $r_4$ - $r_7$  ovat vastaaville liitäntäpareille kuuluvat heijastuskertoimet reaalisen vertailuvastuksen suhteen ja  $g_{1v}$ ,  $g_{2v}$  vast.  $g_{1r}$ ,  $g_{2r}$  ovat siirtokertoimet eteenpäin, vast. taaksepäin reaalisten vertailuvastusten välillä. Resiprookkisten suodattimien ominaisuudet määräytyvät sirontamatriisista:

$$\|S\| = \begin{vmatrix} 0 & e^{-g_{N1}} & e^{-g_{N2}} \\ e^{-g_{N1}} & -e^{-2g_{N2}} & e^{-(g_{N1}+g_{N2})} \\ e^{-g_{N2}} & e^{-(g_{N1}+g_{N2})} & -e^{-2g_{N1}} \end{vmatrix} \quad (6)$$

Tällöin ovat  $g_{N1}$  ja  $g_{N2}$  osasuodattimien jännitteensiirtokertoimet, jotka kuuluvat  $\psi_1$  ja  $\psi_2$ :lle.

Sitä erikoistapausta varten, että nelinavat ovat resi-prookkiset  $VP1=VP2=VP$  ja  $g_{1v}=g_{1r}=g_{2v}=g_{2r}=g$  ja heijastuskertoimet  $r_4=r_6 \neq 0$  ja  $r_5=r_7 \neq 0$  ovat rajallisia, voidaan todistaa, että kuvion 2 mukaiset kytkennät ovat tarkkaan ekvivalentteja nelinavan VP kanssa, jossa on eteen- ja jälkeensytketty päästösuodatin, vaiheeltaan  $b/2$ , kuten kuviossa 3 on esitetty. Merkillä "+" merkityt kokonaiskytkennän sirontamatriisin parametrit saavat seuraavan muodon:

$$S_{11}^+ = r_4 e^{-jb} \quad (7)$$

$$S_{10,10}^+ = r_5 e^{-jb} \quad (8)$$

$$S_{10,1}^+ = e^{-g_e - jb} \quad (9)$$

$$S_{1,10}^+ = e^{-g_e - jb} \quad (10)$$

Vastaava pitää paikkansa samanlaisille vahvistimille  $VP1=VP2=VP$ , joissa  $g_{1v}=g_{2v}=g$  mutta  $e^{-g_{1r}} = e^{-g_{r2}} = 0$ . Tässä tapauksessa tulee yhtälöstä (10) poiketen

$$S_{1,10}^+ = 0 \quad (11)$$

Tärkeätä tapausta varten vahvistimien ollessa erilaisia  $g_{1v} \neq g_{2v}$  voidaan ketjumatriisin elementit, heijastuskertoimen ollessa äärellinen  $r_4 \dots r_7 \neq 0$  johtaa rajoitetulla edellytyksellä  $e^{-g_{1r}} = e^{-g_{r2}} = 0$ . Laskuista saadaan seuraavat tulokset:

Heijastuskerroin sisäänmenoliitännässä 1

$$S_{11}^+ = \frac{r_4 e^{-2g_{N1}} + r_6 e^{-2g_{N2}} + r_4 r_6 e^{-2jb}}{1 + r_4 e^{-2g_{N2}} + r_6 e^{-2g_{N1}}} \quad (12)$$

Heijastuskerroin ulostuloliitännässä 10

$$S_{10,10}^+ = \frac{r_5 e^{-2g_{N1}} + r_7 e^{-2g_{N2}} + r_5 r_7 e^{-2jb}}{1 + r_5 e^{-2g_{N2}} + r_7 e^{-2g_{N1}}} \quad (13)$$

Käänteinen siirtokerroin eteenpäin

$$S_{10,1}^+ = \frac{e^{-g_{1v}} e^{-2g_{N1}} (1+r_6 e^{-j b}) (1+r_7 e^{-j b})}{(1+r_4 e^{-2g_{N2}} + r_6 e^{-2g_{N1}}) (1+r_5 e^{-2g_{N2}} + r_7 e^{-2g_{N1}})} +$$

$$+ \frac{e^{-g_{2v}} e^{-2g_{N2}} (1+r_4 e^{-j b}) (1+r_5 e^{-j b})}{(1+r_4 e^{-2g_{N2}} + r_6 e^{-2g_{N1}}) (1+r_5 e^{-2g_{N2}} + r_7 e^{-2g_{N1}})} \quad (14)$$

Käänteinen siirtokerroin taaksepäin

$$S_{1,10}^+ = 0 \quad (15)$$

Jos määritellyillä vahvistimilla VP1 ja VP2 on erilaiset, toisiinsa rajoittuvat siirtokaistat - kuten käytännössä on asianlaita - esittää kuvion 2 mukainen kytkentä, riippuen osasuodattimien estovaimennuksen suuruudesta suodatinosakaistojen alueella suurella tarkkuudella yhtälöitä (7), (8), (9) ja (11) vastaavat olosuhteet. Jos osasuodattimien leikkausalueella tulee vallita jatkuva, ainoastaan nelinapojen VP1 ja VP2 määräämä käyttövaimennuksen siirtyminen, täytyy nelinapojen VP1 ja VP2 siirtokaistojen limittää toisensa tällä alueella ja niillä tulee olla suuruuden ja vaiheen suhteen samat ominaisuudet. Vaimennus ja/tai vaihe voidaan aina vaimennusväristymän korjaajan ketjukytkennällä ja/tai päästösuodattimella korjata vaaditulla tavalla toiseksi molemmista nelinavoista VP1, VP2.

Päästösuodattimen alipäästövälitysalueella pitää paikkansa:

$$\left| e^{-g_{N1}} \right| \approx 1 \quad \text{ja} \quad \left| e^{-g_{N2}} \right| \approx 0 \quad (16, 17)$$

Jos yhtälöön (14) sovitetaan likiarvot (16, 17), saadaan, olettaen pienet heijastuskertoimet  $r_4 \dots r_7$ :

$$S_{10,1}^+ \approx \frac{e^{-g_{1v}} e^{-2g_{N1}} \left[ 1 + e^{-j b} (r_6 + r_7) \right]}{1 + e^{-2g_{N1}} (r_6 + r_7)} \approx e^{-g_{1v}} e^{-2g_{N1}}$$

$$\approx e^{-g_{1v}} e^{-j 2b_{N1}} \approx e^{-g_{1v}} e^{-j b} \quad , \quad (18)$$

koska  $e^{-2a_{N1}} e^{-j 2b_{N1}} \approx e^{-j 2b_{N1}}$

ja yliäästön estettynä ollessa

$$e^{-j 2b_{N1}} \approx e^{-j b} .$$

Yhdenmukaisesti on päästösuodattimen ylipäästösiirtoalueella

$$\left| e^{-gN2} \right| \approx 1 \quad \text{ja} \quad \left| e^{-gN1} \right| \approx 0.$$

Siis saadaan:

$$S_{10,1}^+ \approx e^{-g2v} e^{-j2bN2} \approx e^{-g2v} e^{-jb} \quad (19)$$

koska täällä alueella päästösuodattimen vaihe b on estetyn alipäästötien johdosta sama kuin ylipäästövaihe  $2b_{N2}$ .

Leikkausalueella on edellytysten mukaan  $g_{1v} = g_{2v} = g_v$ . Tällöin saadaan yhtälöstä (14), huomioonottaen suhde

$$e^{-2gN1} + e^{-2gN2} = \frac{h^2 + f^2}{g^2} = \frac{G^2 - U^2}{(G+U)^2} = \frac{G-U}{G+U} = e^{-jb}$$

ja olettaen heijastuskertoimien  $r_4 \dots r_7$  olevan pieniä:

$$S_{10,1}^+ \approx e^{-g_v} \left[ \frac{e^{-2gN1} + e^{-2gN2} + e^{-2gN1} e^{-jb(r_6+r_7)}}{1 + e^{-2gN1}(r_6+r_7) + e^{-2gN2}(r_4+r_5)} + \frac{e^{-2gN2} e^{-jb(r_4+r_5)}}{1 + e^{-2gN1}(r_6+r_7) + e^{-2gN2}(r_4+r_5)} \right] \approx e^{-g_v} e^{-jb}. \quad (20)$$

Heijastuskertoimet ovat likipitään määritellyt seuraavilla yhtälöillä:

$$S_{11}^+ \approx r_4 e^{-2gN1} + r_6 e^{-2gN2} \quad (21)$$

$$S_{10,10}^+ \approx r_5 e^{-2gN1} + r_7 e^{-2gN2} \quad (22)$$

Yhtälöissä (21) ja (22) jätetään osoittajassa toisen asteen suu-reet huomioonottamatta, nimittäjässä (päinvastoin kuin 1) ensimmäisen asteen, yhtälöissä (18) - (20) sekä osoittajassa että nimittäjässä vain toisen asteen suu-reet.

Nämä tulokset voidaan ilman muuta siirtää suodatinryhmille, jotka on halkaistava useampaan osakaistaan. Koska tässä tapauksessa ei tarkka suodatinratkaisu ole mahdollinen kohtuullisilla kustannuk-silla, on mahdollisesti esiintyvät vaihevirheet leikkausalueella kor-jattava päästösuodattimilla.

Yllä selostetut laitteet ovat edullisesti käytettävissä esim. kantoaaltotekniikassa, koska varsinkin siinä esiintyy vaikeuksia leveitä taajuuskaistoja välitettäessä, kun esim. galvaanista erottamista varten on sovitettava muuntaja tai kun on vahvistettava leveäkaistaisesti, kuten esim. välitettäessä video-taajuuskaistoja.

Käytettäessä yllä selitettyä periaatetta laajakaistavahvistimien yhteydessä on mm. todettava seuraavat edut: vaatimukset erillisten vahvistimien kaistaleveyden ja lineaarisuuden suhteen voidaan pienentää. Lisäksi voidaan jakamalla taajuuskaistat välttää esikorjain ja täten pienentää terminen kohina, koska signaaleja ei matalamilla taajuuksilla tarvitse enää alentaa.

#### Patenttivaatimus

Suodatinverkko, joka on muodostettu päästösuodattimeksi ja joka koostuu kahdesta samanlaisesta jakosuodattimesta, joiden osasuodattimet omaavat parilliset, toistensa suhteen käänteiset, astetta  $2n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) olevat karakteristiset funktiot ja ovat peilikuvannollisesti kytketyt sarjaan toistensa kanssa, t u n n e t t u siitä, että kulloinkin kahden samanlaisen osasuodattimen ( $11, 11'$  ja  $12, 12'$ ) väliin on muuntajaksi, reaktanssiverkoksi, korjaimeksi tai vahvistimeksi kytketty aktiiviset tai passiiviset nelinavat ( $VP1, VP2$ ), joilla on eri siirtotaajuuskaistat ja jotka ovat siten mitoitettut, että niiden siirtotaajuuskaistat limittävät toisiaan osasuodattimien ( $11, 12; 11', 12'$ ) leikkausalueissa sekä näissä omaavat samanlaiset ominaisuudet, ja että niissä taajuusalueissa, joissa väliin kytkettyjen nelinapojen ( $VP1, VP2$ ) siirto-ominaisuudet ovat erilaiset, kulloinkin estotilassa olevilla osasuodattimilla ( $11, 11'$  ja  $12, 12'$ ) on koko kytkennän taajuusvasteen edellyttämää tarkkuutta silmällä pitäen riittävän suuri estovaimennus, niin että koko suodatinverkon ( $1, 10$ ) siirto-ominaisuudet lukuunottamatta vaiheenmuutosta ( $b$ ) ovat yhtäpitäviä väliin kytkettyjen nelinapojen ( $VP1, VP2$ ) osataajuusalueissa annettujen siirto-ominaisuuksien kanssa.

#### Patentkrav

Filternät utbildat såsom ett allpassfilter och bestående av två likadana delningsfilter, vilkas delfilter besitter jämna, till varandra reciproka, karakteristiska funktioner av graden  $2n$  ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ) och är spegelvänt kopplade i kedja med varandra, k ä n n e t e c k - n a t därav, att mellan två delfilter ( $11, 11'$ , resp.  $12, 12'$ ) av samma typ städse kopplats såsom transformator, reaktansnät, korrigeringsnät eller förstärkare utformade aktiva eller passiva fyrpoler ( $VP1,$

VP2), vilka har olika överföringsband och är dimensionerade på sådant sätt, att deras överföringsband överlappar varandra vid delfiltrens (11,12; 11', 12') skärningsområden och där har likadana egenskaper, och att i de frekvensområden, i vilka de mellankopplade fyrpolernas (VP1, VP2) överföringsegenskaper är olika, de städse spärrande delfiltren (11,11' resp. 12,12') har en mot den erforderade noggrannheten hos hela kopplingens frekvensförhållande svarande hög spärrdämpning, så att överföringsegenskaperna för hela filternätet (1,10) med undantag av ett fastillägg (b) överensstämmer med de i delfrekvensområdena givna överföringsegenskaperna hos de mellankopplade fyrpolerna (VP1, VP2).

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Kuulutusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 1 142 424 (21 g 34).  
Muita julkaisuja:-Andra publikationer: "Bell System Technical Journal", Vol. 48 (1969), No. 4, p. 1036-1037.

Fig.1

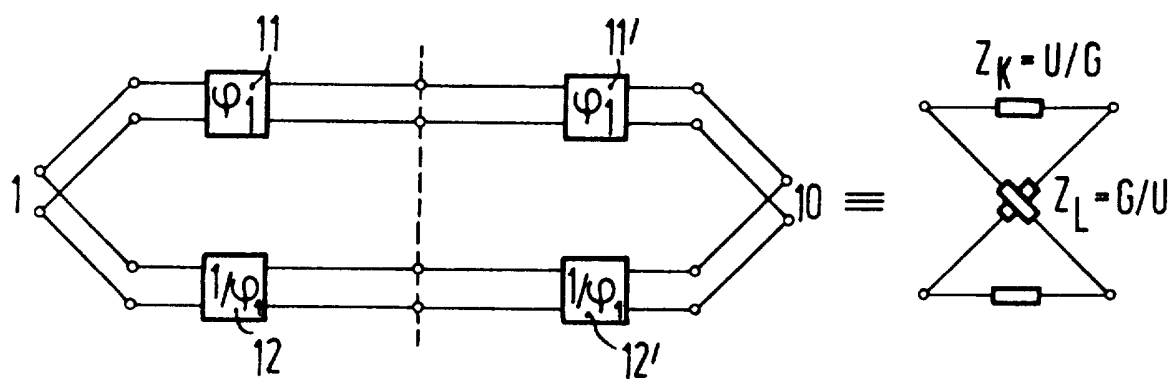


Fig.2

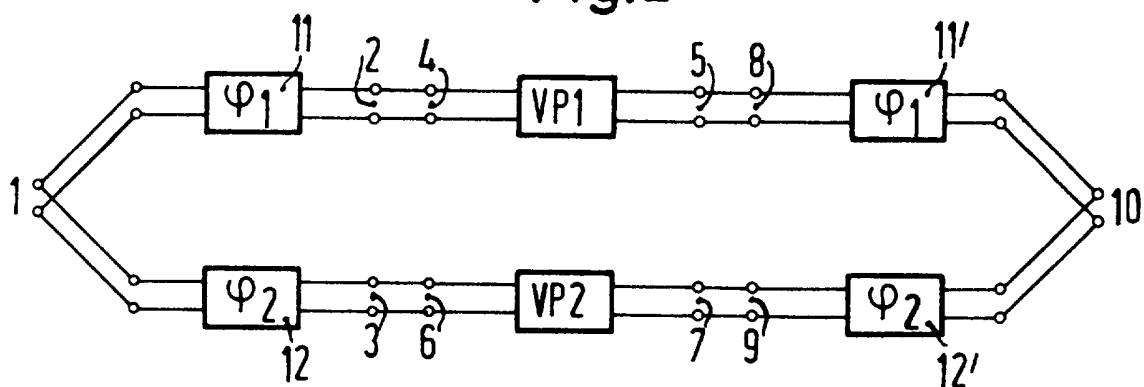


Fig.3

